

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem mindestens eine Hochdruckpumpe, mindestens einen Kraftstoffspeicher, mindestens ein Kraftstoffdruckregelventil und mindestens einen Drucksensor zum Erfassen des in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher herrschenden Drucks umfasst.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem mindestens eine Hochdruckpumpe, mindestens einen Kraftstoffspeicher, mindestens ein Kraftstoffdruckregelventil und mindestens einen Drucksensor zum Erfassen des in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher herrschenden Drucks umfasst.

Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem sowie eine Diagnoseeinrichtung mit einer Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem.

Kraftstoffeinspritzsysteme, die im Rahmen der vorliegenden Offenbarung behandelt werden, dienen der Hochdruckeinspritzung von Kraftstoff in die Zylinder einer Brennkraftmaschine.

Ein solches Kraftstoffeinspritzsystem kann mit einem Kraftstoffspeicher ausgerüstet sein, der durch eine Hochdruckpumpe mit Kraftstoff befüllt wird und dabei auf ein für die Hochdruckeinspritzung erforderliches Druckniveau gebracht wird. Die Hochdruckpumpe selbst wird durch eine Niederdruckkraftstoffpumpe mit Kraftstoff versorgt, der von der Niederdruck-

kraftstoffpumpe aus einem Kraftstofftank entnommen wird. Zur Steuerung beziehungsweise Regelung des Kraftstoffeinspritzsystems können unterschiedliche Maßnahmen ergriffen werden. Beispielsweise kennt man mechanische Regler im Niederdruckbereich als auch Regelventile im Hochdruckbereich.

Letztere sind insbesondere im Zusammenhang mit kontinuierlich fördernden Hochdruckkraftstoffpumpen von Bedeutung, die den Kraftstoff in den Kraftstoffspeicher (das "Rail") fördern.

10 Derartige Kraftstoffdruckregelventile lassen sich über eine elektrisch festlegbare Magnetkraft einstellen.

Insgesamt hat man es also mit komplexen Systemen zu tun, bei denen verschiedenste Defekte auftreten können. Dass ein Defekt vorliegt, kann insbesondere an einem erniedrigten Kraftstoffdruck im Kraftstoffspeicher festgestellt werden - die genaue Lokalisierung der Fehlerursache gelingt allein auf der Grundlage dieses erkannten zu geringen Druckes aber nicht.

20 Aus der WO 01/83971 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen eines Kraftstoffzumess-Systems einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem ein Ausgangssignal eines Drucksensors, der den Druck in einem Kraftstoffspeicher erfasst, mittels eines Bandpass-Filters gefiltert wird. Der

25 Bandpass Filter ist so ausgelegt, dass er Frequenzen herausfiltert, die der Pumpenumdrehung oder einem ganzzahligen Vielfachen der Pumpendrehzahl entsprechen. Überschreitet das gefilterte Ausgangssignal einen Schwellenwert, so wird ein Fehler einer Hochdruckpumpe oder eines Druckregelventils erkannt.

30

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem zu schaffen, die bzw. das mit geringem Aufwand

35 eine Fehlerquelle in dem Kraftstoffeinspritzsystem lokalisieren kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

5

Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem. Das Kraftstoffeinspritzsystem umfasst mindestens eine Hochdruckpumpe, mindestens einen Kraftstoffspeicher, mindestens ein Kraftstoffdruckregelventil und mindestens einen Drucksensor zum Erfassen des in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher herrschenden Drucks. Das Vorliegen mindestens eines Fehlers in dem Kraftstoffeinspritzsystem wird erkannt durch Erfassen eines zu geringen Druckes im Kraftstoffspeicher und zum Eingrenzen der Fehlerquelle wird ein hochfrequenter Anteil eines den zeitlichen Druckverlauf im Kraftstoffspeicher kennzeichnenden ersten Signals herangezogen.

20 Der hochfrequente Anteil des zeitlichen Druckverlaufs im Kraftstoffspeicher ist mit der möglichen Fehlerquelle korreliert. Durch Herausfiltern dieses Anteils lässt sich daher mit großer Wahrscheinlichkeit die Fehlerquelle bestimmen, so dass im Falle eines Defekts bei der Reparatur des Kraftstoffeinspritzsystems die Komponenten gezielt getauscht beziehungsweise repariert werden können.

Der Druck, der in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher ermittelt wird, wird mit einem Solldruck oder mit einem tatsächlich vorliegenden Druck in einem Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritzanlage verglichen. Auf einen Defekt in dem Niederdruckbereich wird geschlossen, wenn der Solldruck unterschritten wird durch den in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher ermittelten Druck, oder auf einen defekten Antrieb der Hochdruckpumpe wird geschlossen, wenn der tatsächlich vorliegende Druck in dem Niederdruckbereich unterschrit-

ten wird durch den in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher ermittelten Druck.

Ist der Druck im Kraftstoffspeicher geringer als der zur selben Zeit vorliegende Druck im Niederdruckbereich, so liegt dies mit großer Wahrscheinlichkeit daran, dass der Antrieb der Hochdruckpumpe defekt ist. In diesem Fall wirkt nämlich die mit einer Membran ausgestattete Hochdruckpumpe als Drossel, so dass ausgangsseitig der Hochdruckpumpe ein geringerer Druck vorliegt als eingangsseitig. Ebenfalls empfiehlt sich aber auch ein Vergleich des im Kraftstoffspeicher ermittelten Drucks mit dem Solldruck im Niederdruckbereich. Insbesondere bei einem Druck im Kraftstoffspeicher, der wesentlich geringer ist als der Solldruck im Niederdruckbereich, ist es wahrscheinlich, dass ein Defekt im Niederdruckbereich vorliegt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in besonders vorteilhafter Weise dadurch weitergebildet sein, dass das erste Signal tiefpassgefiltert wird, so dass ein tiefpassgefiltertes zweites Signal erzeugt wird, dass ein drittes Signal als absolute Differenz zwischen dem ersten Signal und dem zweiten Signal erzeugt wird und dass das dritte Signal mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird, wobei in Abhängigkeit des Vergleichs die Fehlerquelle eingegrenzt wird. Zunächst wird also der zeitliche Druckverlauf tiefpassgefiltert. Indem zwischen diesem tiefpassgefilterten Signal und dem ursprünglichen Signal die Differenz und deren Absolutwert gebildet wird, erhält man ein weiteres drittes Signal, dessen Amplitude eine absolute Aussagekraft hat, so dass diese mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen werden kann.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird auf eine Fehlfunktion der mindestens einen Hochdruckpumpe geschlossen, wenn das dritte Signal im Wesentlichen, insbesondere bei hoher Last, oberhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt. Da bei einem Defekt der Hochdruckpumpe, insbesondere bei hoher Last, im Allgemeinen starke

hochfrequente Anteile im zeitlichen Druckverlauf im Kraftstoffspeicher vorliegen, ist es bei geeignet vorgegebenem Schwellenwert möglich, auf einen Hochdruckpumpendefekt zu schließen, falls dieser Schwellenwert durch das dritte Signal  
5 überschritten wird.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird auf eine Fehlfunktion des mindestens einen Kraftstoffdruckregelventils geschlossen, wenn das dritte Signal im  
10 Wesentlichen unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt. Der Druckverlust im Rail hat bei hochfrequenten Anteilen mit niedriger Amplitude mit großer Wahrscheinlichkeit seine Ursache in einer anderen Komponente im Hochdruckkreis, das heißt höchstwahrscheinlich in einem defekten Kraftstoff-  
15 druckregelventil.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, wird der in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher ermittelte Druck auf der Grundlage eines von einer im Abgasstrom eines der Kraftstoffeinspritzpumpe zugeordneten  
20 Verbrennungsmotors angeordneten Lambdasonde gemessenen Wertes auf Plausibilität bewertet und bei nicht vorliegender Plausibilität auf einen Defekt des mindestens einen Drucksensors geschlossen. Sobald also der Kraftstoffdrucksensor einen zu  
25 geringen Druck beziehungsweise den im Niederdruckbereich des Kraftstoffeinspritzsystems vorliegenden Druck im Kraftstoffspeicher erfasst, wird zunächst durch eine Querplausibilisierung unter Hinzuziehung der von der Lambdasonde gelieferten Informationen geprüft, ob der Kraftstoffdrucksensor einen De-  
30 fekt aufweist. Dies hat den Hintergrund, dass ein starker Druckabfall im Kraftstoffspeicher unmittelbaren Einfluss auf die Gemischbildung und somit auf die von der Lambdasonde ermittelten Abgaswerte hat. Bei Abgaswerten innerhalb vorgegebener Grenzen und dennoch gemeldetem Druckabfall im Rail  
35 liegt somit mit großer Wahrscheinlichkeit ein Defekt, insbesondere ein mechanischer Defekt, des Kraftstoffsensors vor.

Besonders vorteilhaft ist, wenn mindestens eine dem Kraftstoffeinspritzsystem zugeordnete elektronische Steuereinheit vorgesehen ist, in der mindestens eine der vorgenannten Auswertungen erfolgen kann. Insbesondere können die verschiedenen Schwellenwertvergleiche sowie die Filterung und die Differenzbildung auf digitaler Basis in der elektronischen Steuereinheit des Kraftstoffeinspritzsystems erfolgen. Andererseits ist aber auch denkbar, dass Teile der Auswertung durch analoge Schaltungstechnik realisiert sind. Weiterhin können Teile der genannten Auswertungen in anderen Steuereinheiten eines Kraftfahrzeugs beziehungsweise einer sonstigen Vorrichtung vorgenommen werden, wobei zwischen diesen Komponenten und der Steuerung des Kraftstoffeinspritzsystems insbesondere eine Kommunikation über einen Datenbus möglich ist.

In diesem Zusammenhang ist es vorteilhaft, wenn die Vorrichtung so ausgelegt ist, dass sie eine Schnittstelle für den Einbau in einem Kraftfahrzeug aufweist. Die Fehlererkennung kann also im Kraftfahrzeug selbst erfolgen. Erkannte Fehler können in einem Fehlerspeicher gespeichert werden.

Zusätzlich oder alternativ kann aber auch vorgesehen sein, dass die Vorrichtung eine Schnittstelle für den Einbau in eine von dem Kraftfahrzeug getrennte Diagnoseeinrichtung aufweist. Die Vorrichtung ist also auch im Rahmen der Fahrzeugdiagnose in einer Werkstatt einsetzbar.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug mit der Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in dem Kraftstoffeinspritzsystem.

Die Erfindung betrifft auch eine Diagnoseeinrichtung mit der Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in dem Kraftstoffeinspritzsystem.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass eine weit-  
gehende Diagnose eines Kraftstoffeinspritzsystems auf der  
Grundlage jederzeit verfügbarer Messwerte vorgenommen werden  
kann. Insbesondere kann zwischen einem mechanischen Defekt  
5 der Hochdruckpumpe und einem mechanischen Defekt des Kraft-  
stoffdruckregelventils auf der Grundlage der hochfrequenten  
Anteile des Druckverlaufs im Kraftstoffspeicher geschlossen  
werden. Im Fehlerfall können also gezielt die defekten Kompo-  
nenten ohne das Erfordernis weiterer Diagnoseschritte ausge-  
10 tauscht beziehungsweise in Stand gesetzt werden.

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten  
Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen beispielhaft  
erläutert.

15

Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffeinspritzsystems;  
20  
Figur 2 eine schematische Schnittdarstellung eines Kraftstoffdruckregelventils;  
  
Figur 3 zwei Diagramme zur Erläuterung der im Rahmen der  
25 Erfindung eingesetzten Filterung;  
  
Figur 4 ein Messdiagramm, das für einen Defekt des Kraftstoffdruckregelventils charakteristisch ist;  
  
30 Figur 5 ein Messdiagramm, das für einen Defekt der Hochdruckpumpe charakteristisch ist; und  
  
Figur 6 ein Flussdiagramm zur Erläuterung eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

35

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftstoffeinspritzsystems. Aus einem Kraftstofftank 20 wird über eine

Kraftstoffleitung 22 mittels einer Niederdruckpumpe 24 Kraftstoff gefördert. Die Niederdruckpumpe 24 versorgt einen Niederdruckkreis 26 mit Kraftstoff. Der Druck in diesem Niederdruckkreis 26 wird über eine mechanische Niederdruckregelrichtung 28 eingestellt, die in der Lage ist, Kraftstoff über eine Kraftstoffleitung 30 zum Kraftstofftank 20 zurückzuführen. Von der Niederdruckpumpe 24 gelangt der Kraftstoff über den Niederdruckkreis 26 mit einem Basisvordruck zu einer Hochdruckpumpe 10. Diese Hochdruckpumpe 10 fördert den Kraftstoff in einen Hochdruckkreis 32 und insbesondere in einen Kraftstoffspeicher 12. Der Kraftstoffspeicher 12 ist mit Injektoren beziehungsweise Einspritzventilen 34, 36, 38, 40 ausgestattet, die den Kraftstoff in den Zylinderinnenraum einbringen können. Da die Hochdruckpumpe 22 kontinuierlich arbeitet, muss anderweitig für eine gewünschte Druckeinstellung im Kraftstoffspeicher 12 gesorgt werden. Dies geschieht durch ein Kraftstoffdruckregelventil 14, über das die Differenz zwischen dem von der Hochdruckpumpe 12 geförderten Kraftstoff und dem durch die Einspritzventile in die Zylinder eingebrachten Kraftstoff in den Niederdruckkreis 26 abfließt. Das im Zusammenhang mit Figur 2 genauer beschriebene Kraftstoffdruckregelventil 14 wird von einer elektronischen Steuerung 18 angesteuert, die (neben anderen) als Eingangswert ein von einem am Kraftstoffspeicher 12 angeordneten Drucksensor 16 ermittelten Wert erhält. Somit kann eine Regelung des Einspritzdrucks erfolgen, indem das Kraftstoffdruckregelventil 14 je nach Ansteuerung durch die elektronische Steuerung 18 mehr oder weniger Kraftstoff in den Niederdruckkreis 26 abfließen lässt.

Figur 2 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Kraftstoffdruckregelventils. Das Kraftstoffdruckregelventil 14 umfasst eine (nicht dargestellte) Magnetspule, die eine Kraft auf einen Anker 42 ausübt. Der Anker 42 ist fest mit einem Ventilstoßel 44 verbunden, der je nach Stellung des Ankers 42 eine Durchflussöffnung 46 zum Niederdruckkreis 26 mehr oder weniger freigibt. In Abhängigkeit des Stromflusses



durch die Magnetspule wird sich somit aufgrund der Magnetkraft und der ihr entgegengesetzt gerichteten Kraft des aus dem Hochdruckkreis 32 einströmenden Kraftstoffes auf den Ventilstößel 44 eine vom Stromfluss durch die Magnetspule abhängige Gleichgewichtslage einstellen. Vorzugsweise wird die  
5 Magnetkraft durch eine pulsweitenmodulierte Spannung erzeugt, so dass das Basistastverhältnis der Spulenspannung die Grundlage für die Einstellung des Drucks im Kraftstoffspeicher 12 darstellt. Dabei wird insbesondere eine lineare Kennlinie  
10 zwischen hydraulischer Kraft und magnetischer Kraft realisiert.

Figur 3 zeigt zwei Diagramme zur Erläuterung der im Rahmen der Erfindung eingesetzten Filterung. Im oberen Diagramm ist  
15 der Kraftstoffdruck gegen die Zeit aufgetragen. Die Linie  $p_K$  symbolisiert den Druckverlauf im Kraftstoffspeicher. Die Linie  $p_{KF}$  symbolisiert einen tiefpassgefilterten Druckverlauf im Kraftstoffspeicher. Diese Tiefpassfilterung erfolgt vorzugsweise in der elektronischen Steuerung 18, kann aber auch  
20 auf andere bekannte Art und Weise vorgenommen werden. Zwischen den beiden Kurven  $p_K$  und  $p_{KF}$  wird die Differenz  $\Delta$  gebildet. Die Absolutbeträge dieser Differenz  $\Delta$  sind im unteren Diagramm in Figur 3 nochmals dargestellt.

25 Durch diese Filterung und Differenzbildung erhält man somit einen Werteverlauf, der mit einer absolut gewählten Druckschwelle verglichen werden kann, so dass auf diese Weise der hochfrequente Anteil des Kraftstoffdruckverlaufs als Kriterium für die Verhältnisse im Kraftstoffeinspritzsystem verwendet werden kann.  
30

Figur 4 zeigt ein Messdiagramm, das für einen Defekt des Kraftstoffdruckregelventils charakteristisch ist. Dass ein Defekt im Kraftstoffeinspritzsystem vorliegt, ist daran zu  
35 erkennen, dass der Kraftstoffdruck  $p_K$  im Kraftstoffspeicher nur im Bereich von 7000 hPa liegt. Es herrscht somit Niederdruck im Rail. Allein aufgrund dieser Information wird aber

noch kein Hinweis darauf gegeben, ob der Fehler im Bereich der Hochdruckpumpe oder im Bereich des Kraftstoffdruckregelventils liegt. Diesen Hinweis erhält man erst aufgrund der im Zusammenhang mit Figur 3 beschriebenen Auswertung. Durch die beschriebene hintereinandergeschaltete Tiefpassfilterung und Differenzbildung erhält man einen Signalverlauf  $\Delta$ , der den hochfrequenten Anteil des Kraftstoffdruckverlaufs widerspiegelt. Im vorliegenden Beispiel gemäß Figur 4 ist dieser hochfrequente Anteil  $\Delta$  sehr klein, das heißt, er liegt bei geeignet gewählter Schwelle unterhalb dieser Schwelle. Dies gilt sowohl bei hoher Drehzahl als auch niedriger Drehzahl, die als Kurvenverlauf N in das Diagramm in Figur 4 eingezeichnet ist, da sich ein, insbesondere mechanischer, Defekt des Kraftstoffdruckregelventils im Wesentlichen lastunabhängig auswirkt.

Figur 5 zeigt ein Messdiagramm, das für einen Defekt der Hochdruckpumpe charakteristisch ist. Der hier dargestellte Kraftstoffdruckverlauf  $p_K$  hat einen starken hochfrequenten Anteil. Durch das im Zusammenhang mit Figur 3 beschriebene Filter- und Differenzbildungsverfahren wird hieraus der den hochfrequenten Anteil des Signals kennzeichnende Signalverlauf  $\Delta$  herausgefiltert. Bei geeignet gewählter Schwelle wird dieser Signalverlauf  $\Delta$  in weiten Teilen oberhalb dieser Schwelle liegen. Dies lässt auf eine defekte Hochdruckpumpe schließen, da insbesondere nach einem Reißen der Membran in der Hochdruckpumpe dem Kraftstoffdrucksignal erhebliche hochfrequente Schwingungen aufgeprägt werden. Weiterhin ist in dem Diagramm gemäß Figur 5 zu erkennen, dass das Signal  $\Delta$  im Wesentlichen nur bei hoher Last oberhalb einer geeignet gewählten Schwelle liegt, so dass dies als weiteres Entscheidungskriterium bei der Fehlerfindung herangezogen werden kann.

Figur 6 zeigt ein Flussdiagramm zur Erläuterung eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Wird in Schritt S10 erkannt, dass im Kraftstoffspeicher ein verminderter Druck, das heißt ein Nie-

derdruck vorliegt, wird zunächst in Schritt S12 eine Querplausibilisierung zwischen dem vom Drucksensor ermittelten Kraftstoffdruck und einem oder mehreren Lambdasondenwerten vorgenommen. Wird ermittelt, dass sich der verminderte  
5 Druckwert nicht in den von der Lambdasonde ermittelten Werten widerspiegelt, wird gemäß Schritt S14 darauf geschlossen, dass der Drucksensor defekt ist. Liegt jedoch ein plausibles Verhalten im Hinblick auf Drucksensor und Lambdasonde vor, so wird in Schritt S16 ermittelt, ob der Kraftstoffdruck im  
10 Kraftstoffspeicher kleiner ist als der Druck im Niederdruckkreislauf. Ist dies der Fall, so wird auf einen Defekt im Pumpenantrieb der Hochdruckpumpe gemäß Schritt S18 geschlossen, da die nicht angetriebene Hochdruckpumpe als Drossel wirkt. Ebenfalls könnte man noch prüfen, ob der Kraftstoff-  
15 druck im Rail niedriger ist als ein Solldruck im Niederdruckkreislauf und auf diese Weise gegebenenfalls auf einen Defekt im Niederdruckkreis schließen. Wird nicht ermittelt, dass der Antrieb der Hochdruckpumpe defekt ist, so wird in Schritt S20 das auf den hochfrequenten Anteil abstellende anhand von Fi-  
20 gur 3 beschriebene und im Zusammenhang mit Figur 4 und Figur 5 veranschaulichte Verfahren durchgeführt. Es wird also der Absolutwert aus der Differenz zwischen dem Kraftstoffdruck und dem tiefpassgefilterten Kraftstoffdruck mit einer Fehlerschwelle verglichen und das insbesondere bei erhöhter Last.  
25 Ist dieser ermittelte Absolutwert kleiner als die Fehlerschwelle, so liegt mit großer Wahrscheinlichkeit ein Defekt am Kraftstoffdruckregelventil gemäß Schritt S22 vor. Andernfalls, das heißt bei Überschreiten der Fehlerschwelle, liegt gemäß Schritt S24 ein Defekt an der Hochdruckpumpe vor.

30 Die Erfindung lässt sich wie folgt zusammenfassen: Im Hinblick auf ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einem Kraftstoffspeicher 12, einer kontinuierlich arbeitenden Hochdruckpumpe 10 und einem Kraftstoffdruckregelventil 14 wird auf der  
35 Grundlage der vorliegenden Erfindung eine Fehlererkennung möglich. Indem der hochfrequente Anteil des Kraftstoffdruckverlaufs im Kraftstoffspeicher 12 ausgewertet wird, kann an-

gegeben werden, welche der Komponenten mit großer Wahrscheinlichkeit defekt sind, wobei dies insbesondere durch weitere Auswertungen innerhalb eines Diagnoseverfahrens unterstützt wird.

5

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem

- 5 - mindestens eine Hochdruckpumpe (10),
- mindestens einen Kraftstoffspeicher (12),
- mindestens ein Kraftstoffdruckregelventil (14) und
- mindestens einen Drucksensor (16) zum Erfassen des in dem  
mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) herrschenden  
10 Drucks umfasst,

wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- Erkennen des Vorliegens mindestens eines Fehlers in dem  
Kraftstoffeinspritzsystem durch Erfassen eines zu gerin-  
gen Druckes im Kraftstoffspeicher (12) und
- 15 - Heranziehen eines hochfrequenten Anteils eines den zeit-  
lichen Druckverlauf im Kraftstoffspeicher (12) kennzeich-  
nenden ersten Signals zur Eingrenzung der Fehlerquelle,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren ferner die Schrit-  
te umfasst:
- 20 - Vergleichen des Drucks, der in dem mindestens einen  
Kraftstoffspeicher (12) ermittelt wird, mit einem Soll-  
druck oder mit einem tatsächlich vorliegenden Druck in  
einem Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritzanlage  
und
- 25 - Schließen auf einen Defekt in dem Niederdruckbereich,  
wenn der Solldruck unterschritten wird durch den in dem  
mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelten  
Druck, oder Schließen auf einen defekten Antrieb der  
Hochdruckpumpe (10), wenn der tatsächlich vorliegende  
30 Druck in dem Niederdruckbereich unterschritten wird durch  
den in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) er-  
mittelten Druck.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet

- 35 - dass das erste Signal tiefpassgefiltert wird, so dass ein  
tiefpassgefiltertes zweites Signal erzeugt wird,

- dass ein drittes Signal als absolute Differenz zwischen dem ersten Signal und dem zweiten Signal erzeugt wird und
- dass das dritte Signal mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird, wobei in Abhängigkeit des Ver-  
5 gleichs die Fehlerquelle eingegrenzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass auf eine Fehlfunktion der mindestens einen Hochdruckpumpe (10) geschlossen wird, wenn das dritte Signal im Wesentli-  
10 chen, insbesondere bei hoher Last, oberhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass auf eine Fehlfunktion des mindestens einen Kraftstoffdruckregelventils (14) geschlossen wird, wenn das dritte Sig-  
15 nal im Wesentlichen unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
20  

- dass der in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelte Druck auf der Grundlage eines von einer im Abgasstrom eines der Kraftstoffeinspritzpumpe zugeordneten Verbrennungsmotors angeordneten Lambdasonde gemessenen  
25 Wertes auf Plausibilität bewertet wird und
- dass bei nicht vorliegender Plausibilität auf einen Defekt des mindestens einen Drucksensors (16) geschlossen wird.

30 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Vergleich des in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelten Drucks mit dem Soll-  
druck beziehungsweise dem tatsächlichen Druck in dem Niederdruckbereich  
35 der Kraftstoffeinspritzanlage vor dem Heranziehen des hochfrequenten Anteils des ersten Signals erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Plausibilitätsbewertung zur Ermittlung der Funktions-  
onstüchtigkeit des Drucksensors (16) vor dem Vergleich des in  
5 dem mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelten  
Drucks mit einem Solldruck beziehungsweise dem tatsächlichen  
Druck in einem Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritzanlage  
erfolgt.
- 10 8. Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoff-  
einspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem
- mindestens eine Hochdruckpumpe (10),
  - mindestens einen Kraftstoffspeicher (12),
  - mindestens ein Kraftstoffdruckregelventil (14) und
  - 15 - mindestens einen Drucksensor (16) zum Erfassen des in dem  
mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) herrschenden  
Drucks umfasst,
- wobei die Vorrichtung ausgebildet ist zum
- Erkennen des Vorliegens mindestens eines Fehlers in dem  
20 Kraftstoffeinspritzsystem durch Erfassen eines zu gerin-  
gen Druckes im Kraftstoffspeicher (12) und
  - Heranziehen eines hochfrequenten Anteils eines den zeit-  
lichen Druckverlauf im Kraftstoffspeicher (12) kennzeich-  
nenden ersten Signals zur Eingrenzung der Fehlerquelle,
  - 25 dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ferner ausgebil-  
det ist
  - zum Vergleichen des Drucks, der in dem mindestens einen  
Kraftstoffspeicher (12) ermittelt wird, mit einem Soll-  
druck oder mit einem tatsächlich vorliegenden Druck in  
30 einem Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritzanlage  
und
  - zum Schließen auf einen Defekt in dem Niederdruckbereich,  
wenn der Solldruck unterschritten wird durch den in dem  
mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelten  
35 Druck, oder zum Schließen auf einen defekten Antrieb der  
Hochdruckpumpe (10), wenn der tatsächlich vorliegende  
Druck in dem Niederdruckbereich unterschritten wird durch

den in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelten Druck.

9. Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in dem Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 8.

10. Diagnoseeinrichtung mit einer Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in dem Kraftstoffeinspritzsystem eines Kraftfahrzeugs, die von dem Kraftfahrzeug getrennt angeordnet ist, nach Anspruch 8.



Neue Patentansprüche 1 und 8

1. Verfahren zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoffeinspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem
- 5     - mindestens eine Hochdruckpumpe (10),  
      - mindestens einen Kraftstoffspeicher (12),  
      - mindestens ein Kraftstoffdruckregelventil (14) und  
      - mindestens einen Drucksensor (16) zum Erfassen des in dem  
10     mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) herrschenden  
      Drucks umfasst,  
wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
- Erkennen des Vorliegens mindestens eines Fehlers in dem  
      Kraftstoffeinspritzsystem durch Erfassen eines zu gerin-  
      gen Druckes im Kraftstoffspeicher (12) und
- 15    - Heranziehen eines hochfrequenten Anteils eines den zeit-  
      lichen Druckverlauf im Kraftstoffspeicher (12) kennzeich-  
      nenden ersten Signals zur Eingrenzung der Fehlerquelle,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren ferner die Schrit-  
te umfasst:
- 20    - Vergleichen des Drucks, der in dem mindestens einen  
      Kraftstoffspeicher (12) ermittelt wird, mit einem Soll-  
      druck in einem Niederdruckbereich der Kraftstoffein-  
      spritzanlage oder mit einem tatsächlich vorliegenden  
      Druck in dem Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritz-  
25    anlage und
- Schließen auf einen Defekt in dem Niederdruckbereich,  
      wenn der Solldruck unterschritten wird durch den in dem  
      mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelten  
      Druck, oder Schließen auf einen defekten Antrieb der
- 30    Hochdruckpumpe (10), wenn der tatsächlich vorliegende  
      Druck in dem Niederdruckbereich unterschritten wird durch  
      den in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) er-  
      mittelten Druck.
- 35    8. Vorrichtung zum Erkennen von Fehlern in einem Kraftstoff-  
      einspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem
- mindestens eine Hochdruckpumpe (10),

- mindestens einen Kraftstoffspeicher (12),
- mindestens ein Kraftstoffdruckregelventil (14) und
- mindestens einen Drucksensor (16) zum Erfassen des in dem  
mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) herrschenden  
5 Drucks umfasst,  
wobei die Vorrichtung ausgebildet ist zum
- Erkennen des Vorliegens mindestens eines Fehlers in dem  
Kraftstoffeinspritzsystem durch Erfassen eines zu gerin-  
gen Druckes im Kraftstoffspeicher (12) und
- 10 - Heranziehen eines hochfrequenten Anteils eines den zeit-  
lichen Druckverlauf im Kraftstoffspeicher (12) kennzeich-  
nenden ersten Signals zur Eingrenzung der Fehlerquelle,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ferner ausgebil-  
det ist
- 15 - zum Vergleichen des Drucks, der in dem mindestens einen  
Kraftstoffspeicher (12) ermittelt wird, mit einem Soll-  
druck in einem Niederdruckbereich der Kraftstoffein-  
spritzanlage oder mit einem tatsächlich vorliegenden  
Druck in dem Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritz-  
20 anlage und
- zum Schließen auf einen Defekt in dem Niederdruckbereich,  
wenn der Soll Druck unterschritten wird durch den in dem  
mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) ermittelten  
Druck, oder zum Schließen auf einen defekten Antrieb der  
25 Hochdruckpumpe (10), wenn der tatsächlich vorliegende  
Druck in dem Niederdruckbereich unterschritten wird durch  
den in dem mindestens einen Kraftstoffspeicher (12) er-  
mittelten Druck.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat<sup>n</sup> Application No

PCT/DE 03/03347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F02D41/38 F02D41/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F02D G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 474 292 B1 (FRENZ THOMAS ET AL) 5 November 2002 (2002-11-05)	1,5,7,8, 10,14, 16,18,19
Y	figures column 1, line 1 - line 18 column 1, line 65 - column 3, line 4 column 3, line 17 - line 40 column 3, line 55 - column 4, line 7 column 4, line 34 - line 55 column 5, line 23 - column 6, line 2 ---	2,11
Y	DE 198 45 524 A (IAV GMBH) 6 April 2000 (2000-04-06)	2,11
A	column 1, line 27 - line 47  column 2, line 36 - line 60 figures --- -/--	1,7,10, 16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 January 2004

Date of mailing of the international search report

27/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyronnie, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/DE 03/03347

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 95 06814 A (BOSCH GMBH ROBERT ;TUBETTI PAOLO (IT); BORRIONE STEFANO MARIA (IT)) 9 March 1995 (1995-03-09) page 1, line 17 - line 23 page 2, line 6 - line 19 page 5, line 24 -page 6, line 12 page 8, line 21 - line 24 figures 1,3 ---	1,6-8, 10, 15-17,19
X A	DE 199 50 222 A (BOSCH GMBH ROBERT) 26 April 2001 (2001-04-26) column 1, line 25 - line 42 column 2, line 33 - line 37 column 4, line 23 -column 5, line 36 figure 1 ---	1,7,8, 10,16,19 2-4, 11-13
A	US 5 727 515 A (BIESTER JUERGEN) 17 March 1998 (1998-03-17) figures column 1, line 26 -column 2, line 5 column 2, line 22 - line 67 ---	1,3,4, 6-8, 10-13, 15-17,19
A	DE 199 46 506 C (SIEMENS AG) 19 July 2001 (2001-07-19) column 1, line 3 - line 27 column 3, line 45 -column 4, line 48 column 5, line 12 - line 58 column 6, line 21 - line 28 column 6, line 44 -column 7, line 12 figure 1 ---	1,2,7,8, 10,11, 16,19
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30 April 1999 (1999-04-30) & JP 11 002148 A (TOYOTA MOTOR CORP), 6 January 1999 (1999-01-06) abstract ---	1,2,6-8, 10,11, 15-17,19
A	US 6 240 772 B1 (THOMAS ERIC D) 5 June 2001 (2001-06-05) figure 1 column 2, line 52 -column 3, line 8 column 5, line 14 - line 22 -----	1,9,10, 20

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03347

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6474292	B1	05-11-2002	DE 19908352 A1	31-08-2000
			WO 0052319 A1	08-09-2000
			DE 59907898 D1	08-01-2004
			EP 1157201 A1	28-11-2001
			JP 2002538368 A	12-11-2002
DE 19845524	A	06-04-2000	DE 19812151 A1	30-09-1999
			DE 19845524 A1	06-04-2000
			DE 19845525 A1	06-04-2000
WO 9506814	A	09-03-1995	IT 1261575 B	23-05-1996
			DE 69409222 D1	30-04-1998
			DE 69409222 T2	16-07-1998
			WO 9506814 A1	09-03-1995
			EP 0668966 A1	30-08-1995
			JP 8503053 T	02-04-1996
DE 19950222	A	26-04-2001	DE 19950222 A1	26-04-2001
			WO 0129411 A1	26-04-2001
			EP 1226355 A1	31-07-2002
			JP 2003512566 T	02-04-2003
US 5727515	A	17-03-1998	DE 19548280 A1	26-06-1997
			DE 59608539 D1	07-02-2002
			EP 0780559 A2	25-06-1997
			JP 9195834 A	29-07-1997
DE 19946506	C	19-07-2001	DE 19946506 C1	19-07-2001
JP 11002148	A	06-01-1999	JP 3344284 B2	11-11-2002
US 6240772	B1	05-06-2001	AU 2351100 A	26-06-2000
			BR 9916037 A	21-08-2001
			CA 2353834 A1	15-06-2000
			EP 1153275 A1	14-11-2001
			JP 2002532646 T	02-10-2002
			WO 0034753 A1	15-06-2000